

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-116489
(43)Date of publication of application : 06. 05. 1998

(51)Int. Cl. G11C 11/14

// H01L 43/08

(21)Application number : 09-191829 (71)Applicant : MOTOROLA INC
(22)Date of filing : 01. 07. 1997 (72)Inventor : CHEN EUGENE
TEHRANI SAIED N
GORONKIN HERBERT

(30)Priority
Priority 96 674387 Priority 02. 07. 1996 Priority US
number : date : country :

(54) MEMORY CELL STRUCTURE IN MAGNETIC RANDOM ACCESS MEMORY, AND
MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a memory cell structure for reducing a word current and a manufacturing method therefor.

SOLUTION: The structure of a magnetic random access memory(MRAM) cell having a giant magnetoresistance(GMR) material part 11 wound by a single or many word lines 12 is provided. By superimposing the magnetic field generated by word currents 13, 14 in the GMR material part 11, the magnetic field intensity as a whole is proportionally increased. By passing the same word current through the GMR material part 11 many times, the word magnetic field equivalent to the many times of word magnetic fields generated by a large word current in the conventional MRAM cell is generated.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.06.2004

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of
application other than the
examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Memory cell structure which is the memory cell structure in magnetic random access memory (10), and is characterized by consisting of :magnetic-substance partial (11) conductor [which has the connection cutting tool (12c) who impresses the 2nd leg (12b) on the other side of the 1st leg (12a) and said part, and impresses a magnetic field to said part] (12); on the one side of; and said part (10).

[Claim 2] Memory cell structure in the magnetic random access memory according to claim 1 characterized by including further the magnetic-flux concentration means (41 43) on which it is arranged near said conductor (12) by the side of opposite of said magnetic-substance part (11), and magnetic flux is centralized to said magnetic-substance part (11) (10).

[Claim 3] Memory cell structure in the magnetic random access memory according to claim 2 characterized by including further the dielectric layer (42 44) inserted between said magnetic-flux concentration means (41 43) and said magnetic-substance part (11) (10).

[Claim 4] To the one side of said magnetic-flux concentration means, The magnetic-flux concentration means on which it is the memory cell structure (60) in magnetic random access memory, and :magnetic flux is centralized (61); The 1st leg, Memory cell structure characterized by consisting of magnetic-substance matter partial (11); magnetically combined with conductor (12); which has the 2nd leg and a connection cutting tool in the other side of said magnetic-flux concentration means, and said magnetic-flux concentration means (60).

[Claim 5] The phase which forms a line (80) the 1st conductor on said phase; substrate (81) which prepares the substrate (81) with which it is the manufacture approach of the memory cell structure in magnetic random access memory, and the :aforementioned magnetic random access memory is formed; the 1st dielectric layer (83) phase; to form -- said phase; which forms a magnetic-substance part (84) so that a line (80) top may be crossed the 1st conductor -- said substrate (81) -- Said magnetic-substance part (84) and said phase which deposits a dielectric layer (85) on a line (80) the 1st conductor; Said dielectric layer (85) is penetrated. phase; which forms said Bahia Hall (86) who contacts a line (80) the 1st conductor -- said Bahia Hall (86) -- a conductor -- on phase; filled up with the matter, and said dielectric layer (85) The approach characterized by consisting of phase; which was electrically connected with said conductor, and which forms a line (87) the 2nd conductor.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] If this invention is further specified about the random-access-memory cellular structure in magnetic random access memory, and its manufacture approach, it relates to the memory cell structure which carries out multiple use of the same WORD current in the part of a huge magnetic-reluctance memory device, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Magnetic random access memory (MRAM) is nonvolatile memory, and includes the huge magnetic-reluctance (GMR:giant magnetoresistive) matter part as a memory device, a sense line, and Ward

Rhine fundamentally. MRAM memorizes a memory condition using the direction of a magnetic vector in a GMR part, and reads memory using the GMR effectiveness. The magnetic vector in the GMR matter will change in the other directions from an one direction very quickly, if a bigger magnetic field than a certain SURESHI HORUDO is impressed to a GMR matter part. According to the direction of the magnetic vector in the GMR matter, a condition can be memorized, for example, one direction can be defined as logic "0", and the direction of another side can be defined as logic "1." GMR memory holds these conditions, even when a magnetic field is not impressed at all. The condition of having memorized in the GMR matter can be read by the sense line connected to the GMR part at the serial. That is, since resistance of a GMR part changes with directions of a magnetic vector, a voltage output which is different in a sense line occurs by difference of the direction of the magnetic vector in the GMR matter.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Typically, Ward Rhine is a single metal wire and is arranged on the top face or inferior surface of tongue of the GMR matter. When making a condition change in a GMR matter part, in MRAM of high density, a current higher than 10mA may be needed. This current consumed a lot of power, and this has barred becoming a powerful candidate for the application of a pocket device about MRAM.

[0004] Therefore, the manufacture approach of the memory cell structure aiming at reduction of the Ward current and this memory cell structure is needed.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The need for a **** and others is mostly fulfilled by offering the memory cell structure in the magnetic random access memory of this invention. This memory cell structure has the connection cutting tool (connecting bight) from whom a conductor supplies a magnetic field to the one side of a huge magnetic-reluctance matter part at the other side of the 1st leg and a huge magnetic-reluctance matter part using the current to the 2nd leg and a GMR matter part including a huge magnetic-reluctance matter part and a conductor (Ward Rhine). Moreover, there is a dielectric layer which separates a conductor and a GMR matter part.

[0006]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the simple expansion perspective view showing the memory cell structure by this invention. The memory cell structure 10 includes Ward Rhine 12 which has the magnetic matter part 11, the part 11 which consists of huge magnetic-

reluctance (GMR) matter especially, Legs 12a and 12b, and cutting tool (bight) 12c. Although the memory cell structure 10 is covered with the dielectric matter, this is not shown in drawing 1 . The GMR matter part 11 can be used as a magnetic layer like nickel, iron, cobalt, or those alloys, and is separated by non-magnetic-material interlayer like Cu. For die length, 1.25 micrometers and width of face are [0.25 micrometers and the thickness of the GMR matter part 11] 100A typically. Ward Rhine 12 is aluminum, copper, those alloys, or a continuous lead wire like a tungsten, and can manufacture each of that part at a different process explained later. Ward Rhine 12 is separated from the magnetic-reluctance matter 11 by the insulating material.

[0007] In order to write in read-out of the condition of being contained in the GMR matter part 11, or the condition to this part, the Ward current and a sense current are supplied and the MRAM cel which Ward Rhine 12 and a sense line (not shown) intersect is chosen. The Ward current expressed by arrow heads 13 and 14 generates magnetic fields 15 and 16, respectively. a magnetic field [in / in all the magnetic fields in it / the magnetic cell of the conventional technique] since magnetic fields 15 and 16 are alike and overlap in the GMR matter part 11 -- about -- 2 double reinforcement becomes high. If the reinforcement of a magnetic field required for the GMR matter part 11 is the same, the GMR matter part 11 is enough if there is a current of a half amount as compared with the Ward current of the conventional technique, although read-out and the writing of a condition are performed.

[0008] Drawing 2 is the simple expansion perspective view showing other memory cell structures by this invention. In subsequent drawings, the part which has the same reference number as drawing 1 is the same as the corresponding component of drawing 1 . Memory cell structure 20 is characterized by winding Ward Rhine 12 around GMR matter partial 11 single perimeter once or more. Although the memory cell structure 20 is covered by the dielectric matter, this is not shown in drawing 2 . The reinforcement of the magnetic field in the GMR matter part 11 is proportional to the number of winding of Ward Rhine 12 where the Ward current flows mostly. Therefore, the memory cell structure 20 can also cut down the amount of currents which flows Ward Rhine 12 equivalent, and power consumption. This is attained by passing the same Ward current to the perimeter of a GMR part many times. Ward Rhine 12 and a memory cell 11 are separated by the dielectric matter.

[0009] Drawing 3 is the simple expansion perspective view showing the memory cell structure of further others of having two or more GMR matter parts. The memory cell structure 30 has two or more GMR matter parts 11a,

11b, 11c, and 11d, these are the same as that of what was shown in drawing 2 , these are put in block and Ward Rhine 12 is wound. Although the memory cell structure 30 is covered by the dielectric matter, this is not shown in drawing 3 . Although drawing 3 shows two or more GMR matter partial 11a arranged on the same side thru/or 11d, Ward Rhine 12 may be wound around laminating-like the perimeter of a GMR matter part. Since the magnetic fields which generate the inside of Ward Rhine 12 according to the flowing Ward current overlap, the reinforcement of the magnetic field in the GMR matter part 11 becomes high in proportion [almost] to the number of winding of Ward Rhine 12. Therefore, since the memory cell structure 30 can reduce the amount of Ward currents and its connection of the perpendicular direction in Ward Rhine 12 decreases in GMR matter partial 11a thru/or 11d on the other hand, manufacture of the memory cell structure 30 becomes still easier. Furthermore, reduction of the number of perpendicular connection of Ward Rhine 12 can attain improvement in a memory cell consistency.

[0010] Drawing 4 is a magnetic-flux concentration machine (flux concentrator). It is the simple expansion perspective view showing the cellular structure which it has. The memory cell structure 40 has two magnetic field concentration machines 41 and 43 separated by dielectric layers 42 and 44 on the GMR matter part 11 by which Ward Rhine 12 was wound around the perimeter. The magnetic field concentration machines 41 and 43 are formed with the magnetic substance which has high permeability like a permalloy. Since it is concentrated and expanded to the GMR matter part 11 for the high permeability of the concentration machines 41 and 43, as a result of using a magnetic-flux concentration machine, the Ward current and power consumption will reduce further the magnetic flux generated according to the Ward current in Ward Rhine 12. Or the magnetic-flux concentration machines 41 and 43 may be formed as a part of Ward Rhine 12, and the structure of them is the same as that of drawing 2 .

[0011] Drawing 5 is the simple expansion perspective view showing other memory cells which have a magnetic-flux concentration machine. The memory cell structure 50 has two magnetic-flux concentration machines 51 and 53 separated by dielectric layers 52 and 54 on two or more GMR matter partial 11a by which Ward Rhine 12 was wound around the perimeter thru/or 11d. The magnetic-flux concentration machines 51 and 53 are formed with the magnetic substance like a permalloy which has high permeability. The magnetic-flux concentration machines 51 and 53 are arranged on the top face of the Ward metal, connecting with this is possible, the magnetic flux which generates Ward Rhine 12 according to

the flowing Ward current is centralized into it, and magnetic flux is strengthened in each GMR matter partial 11a thru/or 11d. Therefore, the Ward current required since the memory cell structure 50 can attain strengthening of the magnetic field in GMR matter partial 11a thru/or 11d rather than structure without a magnetic-flux concentration machine, in order to make the condition in the memory cell structure 50 change will decrease sharply. Furthermore, like the structure in drawing 3 , since there is little connection of the perpendicular direction in Ward Rhine 12 for GMR matter partial 11a thru/or 11d, the memory cell structure 50 can attain improvement in a memory cell consistency, and simplification of a memory cell manufacture process. Or the magnetic-flux concentration machines 51 and 53 may be formed as a part of Ward Rhine 12, and the structure of them is the same as that of drawing 3 . [0012] Drawing 6 is the simple expansion perspective view showing the memory cell structure of having the single magnetic-flux concentration machine around which Ward Rhine was wound. The memory cell structure 60 has the single magnetic-flux concentration machine 61 around which Ward Rhine 12 was wound, and the GMR matter part 11. The GMR matter part 11 is arranged among the both ends of the magnetic-flux concentration machine 61 through the gap in between with the magnetic-flux concentration machine 61 and that of the GMR matter part 11. Although the magnetic-flux concentration machine 61 and the GMR matter part 11 are covered by the dielectric matter, this is not shown in drawing 6 . The concentration machine 61 consists of a permalloy typically, and the magnetic flux which generates Ward Rhine 12 according to the flowing Ward current is centralized into it. Memory cell structure 60 is characterized by winding Ward Rhine 12 around concentration machine 61 perimeter, and is different in the above-mentioned example in that Ward Rhine 12 was wound around the perimeter of the GMR matter part 11. Therefore, since magnetic flux concentrates on the GMR matter part 11 further, the memory cell structure 60 can lessen the required Ward current further.

[0013] Drawing 7 is the simple expansion perspective view showing other memory cell structures of having two or more magnetic-flux concentration machines around which Ward Rhine was wound. The memory cell structure 70 has two or more magnetic-flux concentration machine 61a around which Ward Rhine 12 was wound thru/or 61d, and two or more GMR matter partial 11a thru/or 11d. Although magnetic-flux concentration machine 61a thru/or 61d and GRM matter partial 11a thru/or 11d are covered by the dielectric matter, this is not shown in drawing 7 . Each GMR matter partial 11a thru/or 11d are arranged between concentration machine 61a

thru/or 61d both ends, respectively. Concentration machine 61a thru/or 61d of magnetic flux which generates Ward Rhine 12 according to the flowing Ward current are centralized into it. Then, magnetic flux is turned to GMR matter partial 11a thru/or 11d, and makes GMR matter partial 11a specified by the sense line (not shown) thru/or the condition in one [11d] change. The Ward magnetic field (word field) and sense magnetic field (sense field) A condition can be made to change only by concentration. Memory cell structure 70 is characterized by the number reduction of connection of the perpendicular direction in Ward Rhine 12 between two or more magnetic-flux concentration machine 61a around which Ward Rhine 12 was wound thru/or 61d and magnetic-flux concentration machine 61a thru/or a 61d part, and, thereby, the memory cell structure 70 has an advantage of simplification of manufacture, and improvement in the memory cell consistency.

[0014] Next, the manufacture process of the above-mentioned MRAM cellular structure is explained below. Drawing 8 thru/or drawing 11 are the simple expansion perspective views showing some continuous processes in the manufacture approach of the memory cell structure incorporating this invention. If drawing 8 is referred to concretely, bottom Ward Rhine 80 is formed. Although the substrate 81 of one of convenient matter is prepared, it is usually silicon. Diacid-ized silicon (SiO_2) or silicon nitride (Si_3N_4) is grown up on a silicon substrate 81. Next, bottom Ward Rhine 80 of aluminum (aluminum), copper (Cu), its alloy ($\text{aluminum}_{1-x}\text{Cu}_x$), or a tungsten (W) is deposited, and patterning is performed on a layer 82. Then, with a chemical-vacuum-deposition technique (CVD), on a layer 82 and bottom Ward Rhine 80, a dielectric layer 83 is covered and these are separated from other components.

[0015] If drawing 9 is referred to, on a dielectric layer 83, bottom Ward Rhine 80 will be crossed and the GMR matter part 84 will be formed. The GMR matter part 84 is formed by lithography masking and etching following the sputtering method and it. After forming the GMR matter part 84, a dielectric layer 85 is deposited and bottom Ward Rhine 80 and the GMR matter part 84 are covered with CVD.

[0016] Reference of drawing 10 forms the contact hole (or Bahia) 86 in contact with bottom Ward Rhine 80. First, patterning of the etching mask is carried out on the top face of a dielectric layer 85 using a photolithography technique. Next, a contact hole 86 is perpendicularly etched to bottom Ward Rhine 80 with the conventional reactive-ion-etching technique. At this etching process, one of general etching processes including ion beam etching assisted chemically can be used. If a contact hole 86 is once formed and a dirty mask is removed, for

example, a contact hole 86 will be filled up with the conductive metal containing aluminum (aluminum), copper (Cu), its alloy, or a tungsten (W), ohmic contact with bottom Ward Rhine 80 by metal deposition will be formed, and, subsequently chemical machinery-polish will remove the metal of all locations except for the inside of contact Bahia.

[0017] Reference of drawing 11 forms top Ward Rhine 87 on a dielectric layer 85 and a contact hole 86. Bottom Ward Rhine 80 is connected to top Ward Rhine 87 and a serial through a contact hole 86 by top Ward Rhine's 87 using for and depositing the same metal as bottom Ward Rhine 80, performing patterning, and forming the metal and OMINKU contact with which the contact hole 86 was filled up.

[0018] As mentioned above, the manufacture process of the typical MRAM cellular structure was indicated. Furthermore, before the MRAM cellular structure which has a magnetic-flux concentration machine deposits bottom Ward Rhine 80, and after depositing top Ward Rhine 87, it will fully be understood by this contractor that it can manufacture by adding the process which forms a magnetic-flux concentration machine.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The simple expansion perspective view showing the memory cell structure by this invention.

[Drawing 2] The simple expansion perspective view showing other memory cell structures by this invention.

[Drawing 3] The simple expansion perspective view showing other memory cell structures depended on this invention of having two or more GMR matter parts.

[Drawing 4] The simple expansion perspective view showing other memory cell structures by this invention of having a magnetic-flux concentration machine.

[Drawing 5] The simple expansion perspective view showing the memory cell structure of further others by this invention of having a magnetic-flux concentration machine.

[Drawing 6] The simple expansion perspective view showing the memory cell structure of having the single magnetic-flux concentration machine by this invention around which Ward Rhine was wound.

[Drawing 7] The simple expansion perspective view showing the memory

cell structure of having two or more magnetic-flux concentration machines by this invention around which Ward Rhine was wound.

[Drawing 8] The simple expansion perspective view showing some continuous processes in the approach of manufacturing the memory cell structure incorporating this invention.

[Drawing 9] The simple expansion perspective view showing some continuous processes in the approach of manufacturing the memory cell structure incorporating this invention.

[Drawing 10] The simple expansion perspective view showing some continuous processes in the approach of manufacturing the memory cell structure incorporating this invention.

[Drawing 11] The simple expansion perspective view showing some continuous processes in the approach of manufacturing the memory cell structure incorporating this invention.

[Description of Notations]

10 Memory Cell Structure

11 Magnetic Matter Part

12 Ward Rhine

12a, 12b Leg

12c Cutting tool

20 Memory Cell Structure

30 Memory Cell Structure

11a, 11b, 11c GMR matter part

40 Memory Cell Structure

41 43 Magnetic field concentration machine

42 44 Dielectric layer

50 Memory Cell Structure

51 53 Magnetic-flux concentration machine

52 54 Dielectric layer

60 Memory Cell Structure

61 Magnetic-Flux Concentration Machine

70 Memory Cell Structure

11a-11d GMR matter part

61a-61d Magnetic-flux concentration machine

80 Bottom Ward Rhine

81 Silicon Substrate

82 Layer

83 Dielectric Layer

84 GMR Matter Part

85 Dielectric Layer

86 Contact Hole
87 Top Ward Rhine

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-116489

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 C 11/14

G 1 1 C 11/14

Z

// H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-191829

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月1日

(31) 優先権主張番号 6 7 4 3 8 7

(32) 優先日 1996年 7月 2日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72) 発明者 ユージン・チェン

アメリカ合衆国アリゾナ州ギルバート、ウ
ェスト・シェリー・ドライブ1143

(72) 発明者 シェイド・エヌ・テラニ

アメリカ合衆国アリゾナ州テンピ、イース
ト・パロミノ・ドライブ1917

(74) 代理人 弁理士 大貫 進介 (外1名)

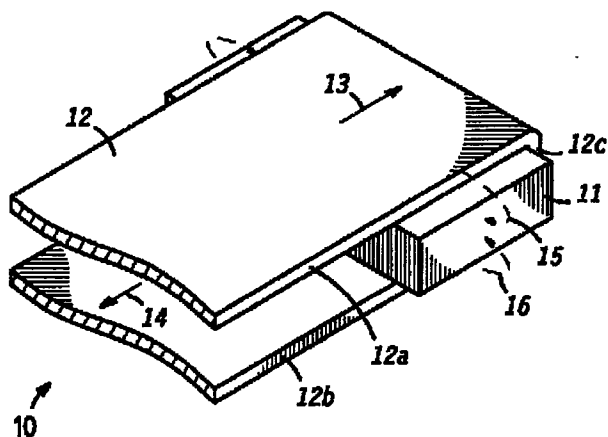
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ワード電流の低減を図ったメモリ・セル構造、およびかかるメモリ・セル構造の製造方法を提供する。

【解決手段】 単一または多数のワード・ライン (12) が巻回された巨大磁気抵抗 (GMR) 物質部分 (11) を有する、磁気ランダム・アクセス・メモリ (MRAM) セル構造を提供する。ワード電流 (13, 14) によって発生する磁場が GMR 物質部分 (11) において重なり合うことにより、全体としての磁場強度が比例的に高くなる。同一ワード電流を、多数回、GMR 物質部分 (11) に通過させることにより、従来の MRAM セルにおける大きなワード電流の何倍ものワード磁場と等価なワード磁場を生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ランダム・アクセス・メモリ（10）におけるメモリ・セル構造であって：磁性体部分（11）；および前記部分の一方側の上に第1脚部（12a）、前記部分の他方側の上に第2脚部（12b）、および前記部分に磁場を印加する接続バイト（12c）を有する導体（12）；から成ることを特徴とするメモリ・セル構造（10）。

【請求項2】 前記磁性体部分（11）の対向側の前記導体（12）付近に配置され、前記磁性体部分（11）へ磁束を集中させる磁束集中手段（41、43）を更に含むことを特徴とする請求項1記載の磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造（10）。

【請求項3】 前記磁束集中手段（41、43）および前記磁性体部分（11）間に挿入された誘電体層（42、44）を更に含むことを特徴とする請求項2記載の磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造（10）。

【請求項4】 磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造（60）であって：磁束を集中させる磁束集中手段（61）；前記磁束集中手段の一方側に第1脚部、前記磁束集中手段の他方側に第2脚部、および接続バイトを有する導体（12）；および前記磁束集中手段に磁気的に結合された磁性体物質部分（11）；から成ることを特徴とするメモリ・セル構造（60）。

【請求項5】 磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造の製造方法であって：前記磁気ランダム・アクセス・メモリが形成される基板（81）を用意する段階；前記基板（81）上に第1導体線（80）を形成する段階；第1誘電体層（83）を形成する段階；前記第1導体線（80）上を交差するように磁性体部分（84）を形成する段階；前記基板（81）、前記磁性体部分（84）、および前記第1導体線（80）上に、誘電体層（85）を堆積する段階；前記誘電体層（85）を貫通し、前記第1導体線（80）と接触するバイア・ホール（86）を形成する段階；前記バイア・ホール（86）に導体物質を充填する段階；および前記誘電体層（85）上に、前記導体と電気的に接続された第2導体線（87）を形成する段階；から成ることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるランダム・アクセス・メモリ・セル構造およびその製造方法に関し、更に特定すれば、巨大磁気抵抗メモリ素子の部分において同一ワード電流を多重使用するメモリ・セル構造およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 磁気ランダム・アクセス・メモリ（MR

AM）は不揮発性メモリであり、基本的に、メモリ素子としての巨大磁気抵抗（GMR: giant magnetoresistive）物質部分、センス・ライン、およびワード・ラインを含む。MRAMは、GMR部分において磁気ベクトル方向を用いてメモリ状態を記憶し、GMR効果を用いてメモリの読み出しを行う。GMR物質内の磁気ベクトルは、あるスレシホールドより大きな磁場がGMR物質部分に印加されると、一方向から他方向に非常に素早く切り替わる。GMR物質における磁気ベクトルの方向にしたがって、状態を記憶し、例えば、一方の方向を論理「0」として定義し、他方の方向を論理「1」として定義することができる。GMRメモリは、磁場が全く印加されない場合でも、これらの状態を保持する。GMR物質内に記憶された状態は、GMR部分に直列に接続されたセンス・ラインによって読み出すことができる。即ち、磁気ベクトルの方向によってGMR部分の抵抗が異なるので、GMR物質における磁気ベクトルの方向の相違により、センス・ラインに異なる電圧出力が発生する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ワード・ラインは、典型的に、単一の金属線であり、GMR物質の上面または下面に配置される。GMR物質部分において状態を交替させる場合、高密度のMRAMでは10mAより高い電流が必要となることもある。この電流は多量の電力を消費し、このことがMRAMを携帯機器の用途のための強力な候補となるのを妨げている。

【0004】 したがって、ワード電流の低減を図ったメモリ・セル構造、およびかかるメモリ・セル構造の製造方法が必要とされている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上述のおよびその他の必要性は、本発明の磁気ランダム・アクセス・メモリにおけるメモリ・セル構造を提供することによってほぼ満たされる。このメモリ・セル構造は、巨大磁気抵抗物質部分と、導体（ワード・ライン）とを含み、導体は、巨大磁気抵抗物質部分の一方側に第1脚部、巨大磁気抵抗物質部分の他方側に第2脚部、およびGMR物質部分への電流を使用して磁場を供給する接続バイト(connecting bight)を有する。また、導体とGMR物質部分とを分離する誘電体層がある。

【0006】

【発明の実施の形態】 図1は、本発明によるメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造10は、磁気物質部分11、特に巨大磁気抵抗（GMR）物質からなる部分11、ならびに脚部12a、12bおよびバイト(bight)12cを有するワード・ライン12を含む。メモリ・セル構造10は、誘電体物質によって覆われているが、これは図1には示されていない。GMR物質部分11は、ニッケルまたは鉄またはコバル

トあるいはそれらの合金のような磁性体層とすることができ、Cuのような非磁性体中間層によって分離されている。GMR物質部分11は、典型的に、長さが1.25 μ m、幅が0.25 μ m、そして厚さが100オングストロームである。ワード・ライン12は、アルミニウムまたは銅またはそれらの合金あるいはタングステンのような連続する導線であり、その各部分は、後に説明する異なる工程で製造することができる。ワード・ライン12は、絶縁物質によって、磁気抵抗物質11から分離されている。

【0007】GMR物質部分11に含まれている状態の読み出しまたはこの部分への状態の書き込みを行うためには、ワード電流およびセンス電流を供給し、ワード・ライン12およびセンス・ライン（図示せず）が交差するMRAMセルを選択する。矢印13、14によって表わされるワード電流は、それぞれ磁場15、16を発生する。磁場15、16は、GMR物質部分11内においてに重なり合うので、その中の全磁場は、従来技術の磁気セルにおける磁場よりもほぼ2倍強度が高くなる。GMR物質部分11に必要な磁場の強度が同一であるならば、GMR物質部分11では状態の読み出しおよび書き込みを行うのに、従来技術のワード電流に比較して、半分の量の電流があれば十分である。

【0008】図2は、本発明による他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図である。以降の図面において、図1と同一参照番号を有する部分は、対応する図1の素子と同一である。メモリ・セル構造20は、単一のGMR物質部分11周囲に1回以上ワード・ライン12が巻回されていることを特徴とする。メモリ・セル構造20は誘電体物質で覆われているが、これは図2には示されていない。GMR物質部分11における磁場の強度は、ワード電流が流れるワード・ライン12の巻き線数にほぼ比例する。したがって、メモリ・セル構造20は等価的にワード・ライン12を流れる電流量、および電力消費をも減らすことができる。これは、GMR部分周囲に同一ワード電流を多数回流することによって達成される。ワード・ライン12およびメモリ・セル11は、誘電体物質によって分離されている。

【0009】図3は、複数のGMR物質部分を有する更に他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造30は複数のGMR物質部分11a、11b、11cおよび11dを有し、これらは図2に示したものと同一であり、これらを一括してワード・ライン12が巻回されている。メモリ・セル構造30は、誘電体物質で覆われているが、これは図3には示されていない。図3は、同一面上に配置された複数のGMR物質部分11aないし11dを示すが、ワード・ライン12は積層状のGMR物質部分周囲に巻回してもよい。ワード・ライン12内を流れるワード電流によって発生する磁場は重なり合うので、GMR物質部分11における磁

場の強度は、ワード・ライン12の巻き線数にほぼ比例して高くなる。したがって、メモリ・セル構造30はワード電流量を減らすことができ、一方GMR物質部分11aないし11d間にワード・ライン12の垂直方向の接続が少なくなるため、メモリ・セル構造30の製造が一層容易となる。更に、ワード・ライン12の垂直接続数の減少により、メモリ・セル密度の向上が達成可能である。

【0010】図4は、磁束集中器(flux concentrator)を有するセル構造を示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造40は、周囲にワード・ライン12が巻回されたGMR物質部分11上に、誘電体層42、44によって分離された2つの磁束集中器41、43を有する。磁束集中器41、43は、パーマロイのような高い透磁率を有する磁性体で形成されている。ワード・ライン12におけるワード電流によって発生される磁束は、集中器41、43の高い透磁率のために、GMR物質部分11に集中され拡大されるので、磁束集中器を用いる結果、更にワード電流および電力消費が低減することになる。あるいは、磁束集中器41、43は、ワード・ライン12の一部として形成してもよく、その構造は図2と同様である。

【0011】図5は、磁束集中器を有する他のメモリ・セルを示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造50は、周囲にワード・ライン12が巻回された複数のGMR物質部分11aないし11d上に、誘電体層52、54によって分離された2つの磁束集中器51、53を有する。磁束集中器51、53は、パーマロイのような、高い透磁率を有する磁性体で形成されている。磁束集中器51、53は、ワード金属の上面上に配し、これと接続することが可能であり、ワード・ライン12を流れるワード電流によって発生する磁束をその中に集中させ、磁束は各GMR物質部分11aないし11dにおいて強化される。したがって、メモリ・セル構造50は、磁束集中器のない構造よりも、GMR物質部分11aないし11dにおける磁場の強化を達成することができるので、メモリ・セル構造50における状態を交替させるために必要なワード電流は大幅に減少することになる。更に、メモリ・セル構造50は、図3における構造と同様、GMR物質部分11aないし11d間のワード・ライン12の垂直方向の接続が少ないので、メモリ・セル密度の向上およびメモリ・セル製造プロセスの簡略化を図ることができる。あるいは、磁束集中器51、53は、ワード・ライン12の一部として形成してもよく、その構造は図3と同様である。

【0012】図6は、ワード・ラインが巻回された単一の磁束集中器を有するメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造60は、ワード・ライン12が巻回された単一の磁束集中器61と、GMR物質部分11とを有する。GMR物質部分11は、磁束集

中器61とGMR物質部分11の間にギャップを介して、磁束集中器61の両端間に配置されている。磁束集中器61およびGMR物質部分11は、誘電体物質で覆われているが、これは図6には示されていない。集中器61は、典型的にパーマロイから成り、ワード・ライン12を流れるワード電流によって発生する磁束をその中に集中させる。メモリ・セル構造60は、ワード・ライン12が集中器61周囲に巻回されることを特徴とし、前述の実施例において、ワード・ライン12がGMR物質部分11の周囲に巻回されていた点で相違する。したがって、メモリ・セル構造60は、磁束がGMR物質部分11に更に集中するため、必要なワード電流を更に少なくすることができる。

【0013】図7は、ワード・ラインが巻回された複数の磁束集中器を有する他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図である。メモリ・セル構造70は、ワード・ライン12が巻回された複数の磁束集中器61aないし61dと、複数のGMR物質部分11aないし11dとを有する。磁束集中器61aないし61dおよびGMR物質部分11aないし11dは、誘電体物質で覆われているが、これは図7には示されていない。各GMR物質部分11aないし11dは、それぞれ、集中器61aないし61dの両端部間に配置されている。集中器61aないし61dは、ワード・ライン12を流れるワード電流によって発生する磁束をその中に集中させる。すると、磁束は、GMR物質部分11aないし11dに向けられ、センス・ライン(図示せず)によって指定されたGMR物質部分11aないし11dの1つにおける状態を交替させる。ワード磁場(word field)およびセンス磁場(sense field)の集中のみで、状態を交替させることができる。メモリ・セル構造70は、ワード・ライン12が巻回された複数の磁束集中器61aないし61d、および磁束集中器61aないし61dの部分間のワード・ライン12の垂直方向の接続数減少を特徴とし、これにより、メモリ・セル構造70は、製造の簡略化およびそのメモリ・セル密度の向上という利点を有する。

【0014】次に、上述のMRAMセル構造の製造プロセスを以下に説明する。図8ないし図11は、本発明を組み込んだメモリ・セル構造の製造方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視図である。具体的に図8を参照すると、下側ワード・ライン80が形成されている。いずれかの好都合な物質の基板81を用意するが、通常はシリコンである。シリコン基板81上に二酸化シリコン(SiO_2)または窒化シリコン(Si_3N_4)を成長させる。次に、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、またはその合金($\text{Al}_{1-x}\text{Cu}_x$)あるいはタングステン(W)の下側ワード・ライン80を堆積し、層82上でパターニングを行う。その後、化学蒸着技術(CVD)によって、層82および下側ワード・ライン80上に誘電体層83を被覆し、他の素子からこれ

らを分離する。

【0015】図9を参照すると、誘電体層83上において、下側ワード・ライン80を横切ってGMR物質部分84を形成する。GMR物質部分84は、スパッタリング法、およびそれに続いてリソグラフィ・マスキングおよびエッチングによって形成する。GMR物質部分84を形成した後、CVDによって誘電体層85を堆積し、下側ワード・ライン80およびGMR物質部分84を被覆する。

【0016】図10を参照すると、下側ワード・ライン80に接触するコンタクト・ホール(またはバイア)86を形成する。まず、フォトリソグラフィ技術を用いて、誘電体層85の上面上にエッチング・マスクをパターンニングする。次に、従来の反応性イオン・エッチング技術により、下側ワード・ライン80まで垂直方向にコンタクト・ホール86をエッチングする。このエッチング工程では、化学的に補助されるイオン・ビーム・エッチング等を含む、いずれかの一般的なエッチング・プロセスを利用することができる。一旦コンタクト・ホール86を形成しエッチ・マスクを除去したなら、例えば、アルミニウム(Al)、または銅(Cu)またはその合金、あるいはタングステン(W)を含む導電性金属をコンタクト・ホール86に充填し、金属の堆積による、下側ワード・ライン80とのオーミック・コンタクトを形成し、次いで化学機械的研磨により、コンタクト・バイア内を除いてあらゆる場所の金属を除去する。

【0017】図11を参照すると、誘電体層85およびコンタクト・ホール86上に上側ワード・ライン87を形成する。上側ワード・ライン87は、下側ワード・ライン80と同一金属を使用し、堆積し、パターニングを行い、コンタクト・ホール86に充填した金属とオーミック・コンタクトを形成することによって、下側ワード・ライン80が、コンタクト・ホール86を介して、上側ワード・ライン87と直列に接続される。

【0018】以上、典型的なMRAMセル構造の製造プロセスを開示した。更に、磁束集中器を有するMRAMセル構造は、下側ワード・ライン80を堆積する前、および上側ワード・ライン87を堆積した後に、磁束集中器を形成するプロセスを追加することによって製造可能であることは、当業者には十分に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図2】本発明による他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図3】本発明による、複数のGMR物質部分を有する他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図4】本発明による、磁束集中器を有する他のメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図5】本発明による、磁束集中器を有する更に他のメ

メモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図6】本発明による、ワード・ラインが巻回された単一の磁束集中器を有するメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図7】本発明による、ワード・ラインが巻回された複数の磁束集中器を有するメモリ・セル構造を示す簡略拡大斜視図。

【図8】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造する方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視図。

【図9】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造する方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視図。

【図10】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造する方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視図。

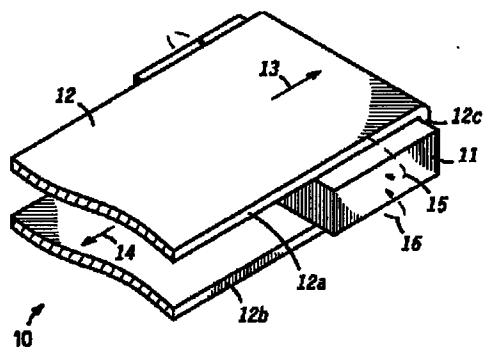
【図11】本発明を組み込んだメモリ・セル構造を製造する方法におけるいくつかの連続工程を示す簡略拡大斜視図。

【符号の説明】

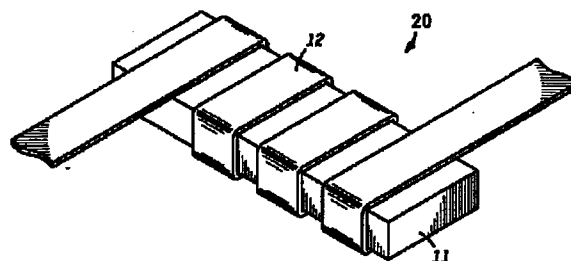
- 10 メモリ・セル構造
- 11 磁気物質部分
- 12 ワード・ライン
- 12 a, 12 b 脚部

- 12 c バイト
- 20 メモリ・セル構造
- 30 メモリ・セル構造
- 11 a, 11 b, 11 c GMR物質部分
- 40 メモリ・セル構造
- 41, 43 磁場集中器
- 42, 44 誘電体層
- 50 メモリ・セル構造
- 51, 53 磁束集中器
- 52, 54 誘電体層
- 60 メモリ・セル構造
- 61 磁束集中器
- 70 メモリ・セル構造
- 11 a～11 d GMR物質部分
- 61 a～61 d 磁束集中器
- 80 下側ワード・ライン
- 81 シリコン基板
- 82 層
- 83 誘電体層
- 84 GMR物質部分
- 85 誘電体層
- 86 コンタクト・ホール
- 87 上側ワード・ライン

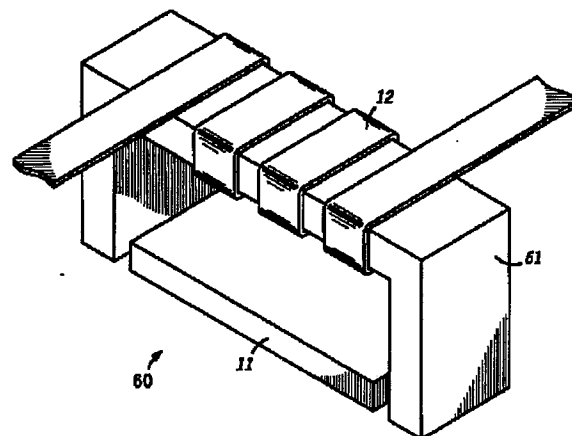
【図1】



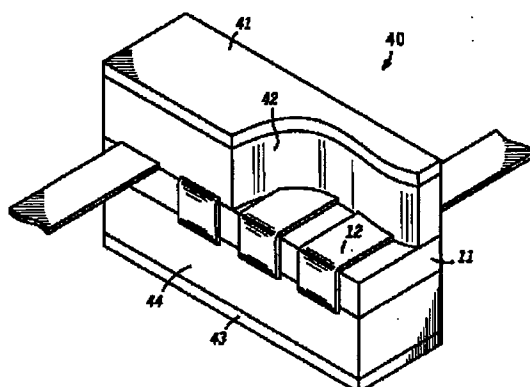
【図2】



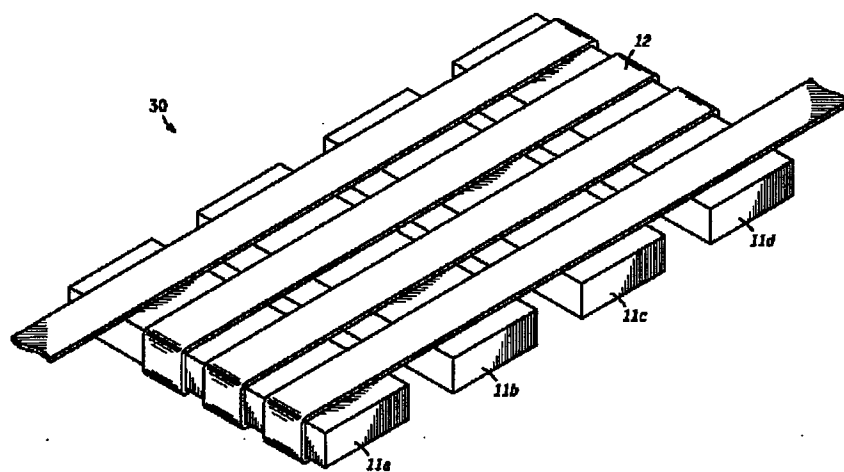
【図6】



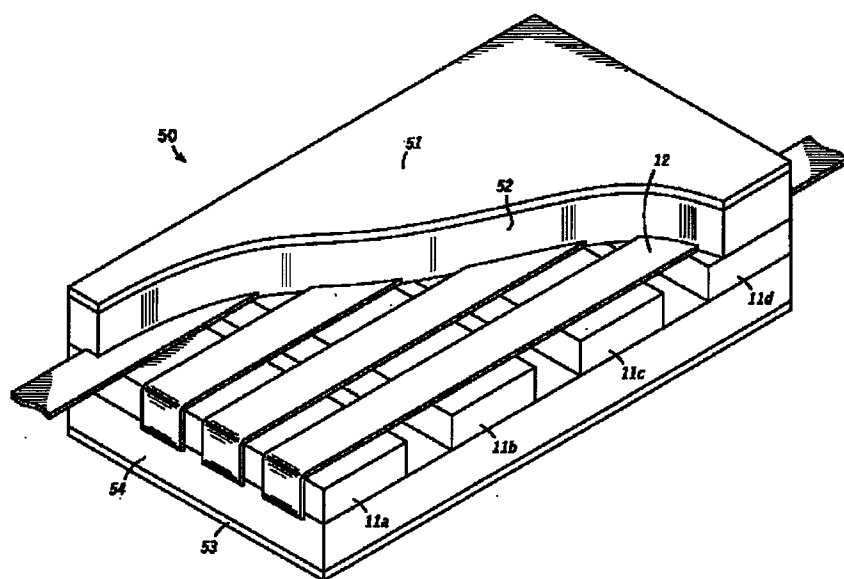
【図4】



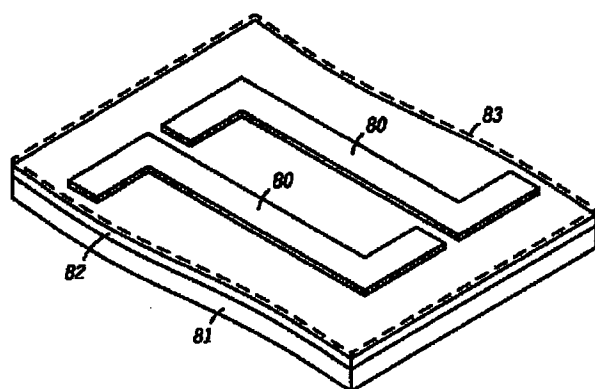
【図3】



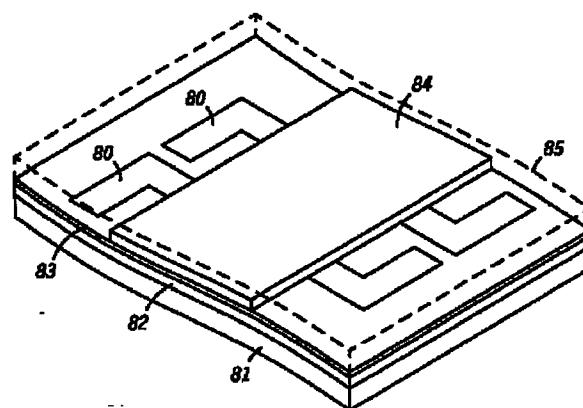
【図5】



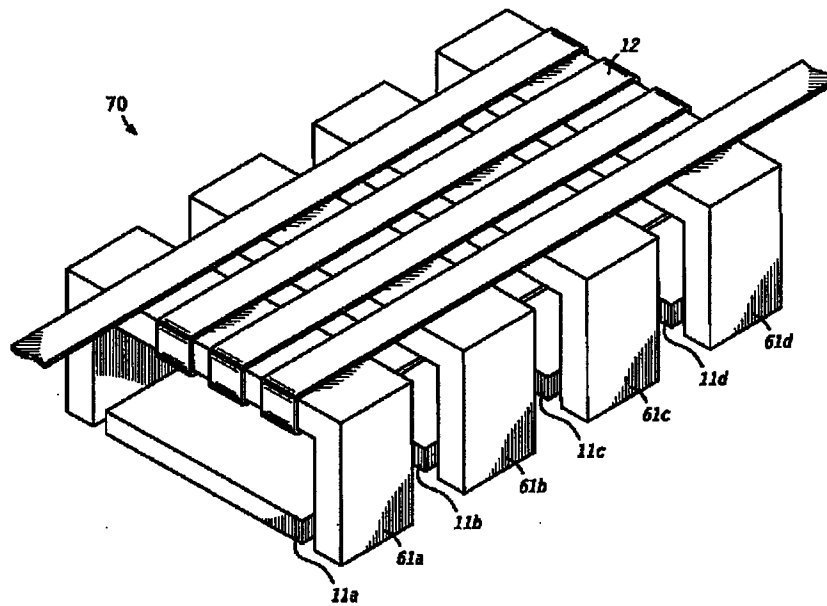
【図8】



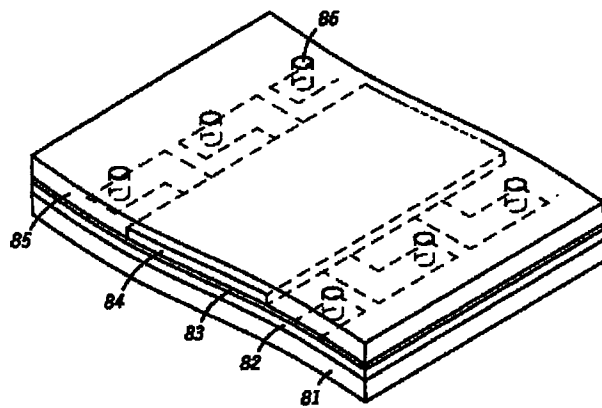
【図9】



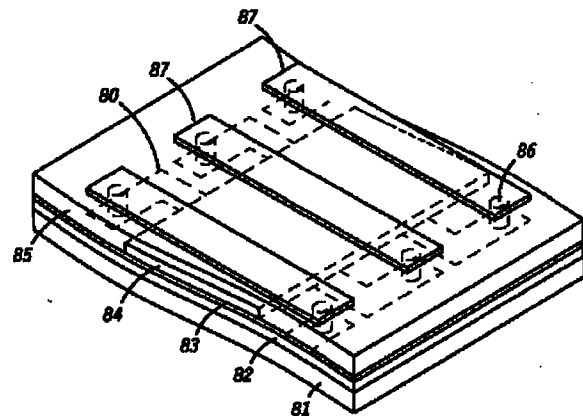
【図7】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 ハーバート・ゴロンキン
 アメリカ合衆国アリゾナ州テンピ、サウ
 ス・カチーナ・ドライブ8623